Aus dem Hygienischen Institut der Universität Marburg.
(Direktor: Prof. Dr. W. Pfannenstiel.)

Keimgehalt und Entkeimungsmöglichkeiten der Zahnbürste.

(2. Mitteilung).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der Zahnheilkunde

der hohen Medizinischen Fakultät

der Universität Marburg

vorgelegt von

Hermann Heimerich

aus Ehrsten, Bez. Kassel

Marburg 1936.

Buchdruckerei A. Zetl, Marburg-L.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 29. 11. 1935.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. W. Pfannenstiel

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Keimgehalt und Entkeimungsmöglichkeiten der Zahnbürste.

(2. Mitteilung) [1])

von

Hermann Heimerich.

1. Einleitung.

Die zahnärztliche Literatur des letzten Jahrzehntes weist zahlreiche Arbeiten auf, die sich mit den Vor- und Nachteilen der Benutzung von Zahnbürsten befassen. Mein Bestreben ist es, in dieser Arbeit die hygienischen Mängel der Zahnbürste aufzudecken und einen Weg zu zeigen, wie diese zu beseitigen sind. Ich glaube, so einen Beitrag zu liefern zur Verbesserung eines unserer wichtigsten Mittel im Kampfe um die Volksgesundheit, einen Beitrag zur Erziehung zur täglichen Hygiene.

Der Haupteinwand der gegen die Benutzung der Zahnbürste ins Feld geführt wird, ist ihr Keimgehalt. — Eine Anreicherung der Bürsten mit Keimen vermag sowohl vor als auch während der Benutzung einzutreten.

Vor der Benutzung kann bereits das Rohmaterial mit Krankheitserregern behaftet sein. Es wäre denkbar, daß nicht ausreichend sterilisierte Borsten, insbesondere wenn diese aus Ländern eingeführt werden, in denen die Tierseuchenbekämpfung und Kadaververnichtung locker gehandhabt wird, gelegentlich Träger von Milzbrand-, Rotlauf-Bakterien u. a. sind.

Angaben über derartige Befunde finden sich allerdings im zahnärztlichen Schrifttum nicht. Weit wesentlicher sind die Verschmutzungsmöglichkeiten während des Fabrikationsganges. Hierauf ist bereits in der ersten Mitteilung von Diefhaus ausdrücklich hingewiesen worden. Der ihm gelungene Nachweis von Eiterkokken und Bacterium Coli deutet darauf hin, daß die Bürsten bereits durch die bearbeitende Menschenhand infiziert werden können.

Eine weit stärkere Infektion dagegen kann beim Verkauf der unverpackten Zahnbürsten stattfinden: In Apotheken und Drogerien liegen die Zahnbürsten in Schaukästen. Verkäufer und Käufer prüfen mit ihren sicher nicht sterilen Fingern die Härte der Borsten und bringen so zahlreiche Keime auf die Bürste. Bevor die Zahnbürste also zur Benutzung kommt, ist sie schon der Aufenthaltsort vieler Bakterien geworden.

---

[1]) Die erste Mitteilung über das gleiche Thema findet sich in der Arbeit: Diefhaus, Arch. f. Hyg. Bd. 107, S. 155.

Es erhebt sich nun die Frage, welche Keime den Borsten anhaften und ob sich unter diesen pathogene Bakterien befinden.

Thesée und Nuits wiesen an unbenutzten Zahnbürsten Staphylokokken, Pneumokokken und Coli-Bakterien nach. Viefhaus untersuchte 20 Zahnbürsten auf ihren Keimgehalt. Von diesen hatten 12 eine bakteriendichte Zellophanverpackung. Trotzdem fand Viefhaus durchschnittlich je Bürste 2 Keimarten. Bemerkenswert ist dabei wiederum der Nachweis von zwei Coli-Stämmen. Im ganzen fanden sich an den unverpackten 12 Bürsten 27 verschiedene, darunter 8 pathogene Keimarten und zwar Eitererreger: 4 mal Staphylococcus pyogenes aureus und 4 mal Streptococcus pyogenes haemolyticus.

Nach Benutzung einer neuen Zahnbürste sehen wir Zahnärzte häufig eine Stomatitis ulcerosa oder auch aphthosa auftreten. Es ist durchaus möglich, daß die an der Bürste haftenden Keime eine Erkrankung zu verursachen vermögen.

Das Ergebnis der Viefhaus'schen Untersuchungen wurde von Vogel in Frage gestellt und einer Nachprüfung unterzogen. Auch er untersuchte 20 Zahnbürsten auf ihren Keimgehalt. Während die Viefhaus'schen Bürsten sämtlich infiziert waren, fand Vogel 9 Bürsten steril. Die übrigen 11 Bürsten waren keimärmer und auch mit harmloseren Keimen behaftet als die von Viefhaus untersuchten Bürsten. Leider hat Vogel die Technik seines Untersuchungsverfahrens nicht näher beschrieben, sodaß eine Verschiedenheit in der Versuchsanordnung den Unterschied der Ergebnisse bedingen kann.

2. Eigene Versuche.

Die verschiedenartigen Ergebnisse der beiden letztgenannten Autoren veranlaßten mich, eine nochmalige Untersuchung des Keimgehaltes von Zahnbürsten vorzunehmen, gleichzeitig aber auch zu prüfen, welche Desinfektionsmöglichkeiten einer Zahnbürste sich ergeben. Das von Viefhaus hierfür angegebene Carvasept-Verfahren,

welches unten näher beschrieben wird, wurde von Vogel abgelehnt, hauptsächlich wegen des unangenehmen Geschmackes, den das Carvasept der Zahnbürste verleiht. Ich habe es mir daher zur Aufgabe gesetzt, gleichzeitig auch andere Desinfektionsmittel ausfindig zu machen, denen dieser Fehler nicht anhaftet. Ehe ich auf die Untersuchungen der Desinfektionsmöglichkeiten von Zahnbürsten eingehe, werde ich zunächst über die Keimgehaltbefunde an 27 Zahnbürsten berichten.

a) Untersuchungen des Keimgehaltes an 27 Zahnbürsten.

Bei der Prüfung des Keimgehaltes der Zahnbürsten bediente ich mich der von Viefhaus angegebenen Methode.

Zur Untersuchung gelangten: 18 verpackte davon 7 zellophanverpackte und 9 unverpackte Zahnbürsten.

Sogleich nach dem Einkauf wurden die Bürsten steril behandelt.

Zur Anreicherung der Keime schwenkte ich die einzelnen Bürsten zunächst 2 Minuten in Nährbouillon von p H 7,8, sodann die gleiche Zeit in Tarozzi-Bouillon. Aus der Nährbouillon wurde nach 24 und nach 48 Stunden auf Blutagar überimpft. Die Übertragung aus der Tarozzi-Bouillon auf die gleichen Nährböden, die daraufhin im Anaerostaten bebrütet wurden, erfolgte nach 48 Stunden. Alle herausgezüchteten Keimarten wurden den gebräuchlichen differenzialdiagnostischen Untersuchungen unterworfen.

In Übereinstimmung mit den Viefhaus'schen und entgegen den Vogel'schen Untersuchungen waren sämtliche Zahnbürsten und zwar auch die zellophanverpackten mit Keimen behaftet.

Durchschnittlich entfielen auf jede der 18 Bürsten 2,2 Keimarten, deren hauptsächlicher Bestandteil harmlose Heu- und Luftbakterien waren. An einer zellophanverpackten Zahnbürste stellte ich jedoch 2 Arten pathogener Eitererreger fest — Streptococcus pyogenes haemolyticus und Staphylococcus pyogenes haemolyticus. Da Streptokokken der

Sterilisierung einen Widerstand kaum entgegensetzen, kann eine Entkeimung dieser Bürsten nach der Fabrikation nicht stattgefunden haben.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen an den unverpackten Zahnbürsten war: 28 Keimarten an 9 Zahnbürsten. Neben Heubazillen und Luftbakterien u. a. 6-mal eiterregende Bakterien, außerdem Colibazillen — also ein außerordentlich hoher Keimgehalt bei unverpackten Zahnbürsten. Es muß gefordert werden, daß eine ausreichende Sterilisierung der Zahnbürsten in der Fabrik erfolgt und diese in bakteriendichter Verpackung zum Verkauf gelangen. Das Ergebnis meiner Untersuchungen zeigt also, in welch hohem Maße neu gekaufte Zahnbürsten mit Keimen beladen sind. Somit kann ich die in einem gewissen Gegensatz zu Vogels Ergebnissen stehenden Viefhaus'schen Untersuchungen bestätigen.

b) Untersuchungen der Verschmutzungsmöglichkeiten von Zahnbürsten während ihrer Benutzung.

Doch mit der Forderung, daß die Zahnbürste steril in den Handel kommt, ist es nicht allein getan. Auch während des Gebrauchs bedarf sie der Behandlung. In meiner zahnärztlichen Tätigkeit habe ich häufig Gelegenheit, mich von der Gleichgültigkeit der Patienten gegenüber der Zahnbürstenpflege zu überzeugen.

Noch heute gibt es zahlreiche Familien, in denen nur eine Zahnbürste gebraucht wird. So stellte auch die Chlorodont-Fabrik gemeinsam mit dem Hygiene-Museum fest, daß von 5 Millionen Schulkindern 18,2 % die „Familienzahnbürste" benutzen. Hiermit ist der Übertragung von Krankheitskeimen vom Kranken auf den Gesunden Tür und Tor geöffnet. Culverwell und Forbes konnten an der Zahnbürste eines Diphtheriekranken Diphtherie-Bazillen nachweisen. Eilertsen fand an gebrauchten Zahnbürsten Strepto-

kokken, Staphylokokken, Pneumokokken, Tuberkelbazillen, Coli-Bakterien u. a. Aus diesen Befunden geht eindeutig hervor, welch großer Gefahr die Familienmitglieder bei Benutzung einer Zahnbürste ausgesetzt sind. Dazu kommt, daß die nicht sterilisierte Zahnbürste die Möglichkeit einer stetigen Reinfektion für ein und denselben Benutzer in sich birgt.

Vergrößert wird die Infektionsgefahr durch die Art der Aufbewahrung der Zahnbürste. So finden wir sie liegen auf verstaubten Simsen, in der Schublade neben Rasierzeug und Haarbürste, in Porzellanschalen, die mit dicht schließenden Deckeln verschlossen sind und die Bakterien in diesem Milieu wie in einem Brutschrank gedeihen lassen. Den bisher zur Aufbewahrung von Zahnbürsten angegebenen Behältern haftet besonders der Nachteil der unvollständigen Trocknung an. Die Borsten müssen nämlich beim Gebrauch hart und federnd sein. Diese Eigenschaft erreicht man durch Trocknen, sie geht aber durch Anfeuchten verloren.

Aber auch wenn die Aufbewahrungsart hygienisch einwandfrei ist, muß damit gerechnet werden, daß die Zahnbürste bei jeder Benutzung erneut mit Keimen aller Art — unter Umständen auch Krankheitserregern — beladen wird. Es sind daher eine ganze Reihe von Zahnbürstendesinfektionsverfahren angegeben worden.

Das diesbezügliche Schrifttum führe ich nur insoweit an, als es in der Diefhaus'schen Arbeit unberücksichtigt blieb. In der Literatur ist das Formalin bisher am meisten zur Zahnbürstendesinfektion empfohlen worden, wodurch Diefhaus veranlaßt wurde, die desinfektorische Kraft dieses Mittels bakteriologisch nachzuprüfen, wie weiter unten gezeigt wird. Bei den meisten Autoren kommt das Formaldehydgas in kleinen zu diesem Zweck konstruierten Behältern zur Anwendung. Lentz verwendet Formalintabletten, welche er in einem Zelluloidgefäß mit der Zahnbürste zusammenbringt. Die vorher getrocknete Zahnbürste sei bei diesem Verfahren nach 8 Stunden steril. Smale und Carmalt Jones behandeln die Bürsten mit 10%igen

Formalindämpfen. Eilertsen empfiehlt einen Behälter, der mit Formolpaste beschickt wird. Misch setzt sich ebenfalls für die Behandlung mit Formaldehyddämpfen ein.

Viefhaus untersuchte zunächst die desinfektorische Kraft der aus Formalintabletten stammenden Formaldehyddämpfe und konnte feststellen, daß diese bei Zimmertemperatur weder Heubazillen noch Strepto- und Staphylokokken innerhalb 24 Stunden abzutöten vermochten. Fast ebenso schwach wirkend fand er Formaldehyddämpfe aus Paraform mit Zusatz von Natriumwolframat, aus Trioxymethylen und 40% iger Formaldehydlösung. Wie zu erwarten war, sind Formaldehyddämpfe ohne gleichzeitig stattfindende Wasserdampfentwicklung wirkungslos.

Er hatte gute Erfolge mit Formalinkaliumpermanganat. Ein Nachteil ist nur das umständliche Verfahren bei dessen Anwendung. (Bei jeder Desinfektionsmaßnahme muß nämlich eine neue Lösung angesetzt werden, welche aus Formalin, Wasser und Kaliumpermanganat besteht.) Hierdurch wird es für den praktischen Gebrauch ungeeignet. Hinzu kommt, daß das Formaldehyd eine Ätzung der Mundschleimhaut bei Versuchspersonen hervorrief. Schließlich steht der allgemeinen Einführung die vermehrte Geldausgabe durch die Behälter entgegen.

Der Sterilisation der Bürsten mit Dampf, Heißluft oder heißem Wasser haften zuviel Nachteile an, als daß sie in der Praxis Eingang finden könnte. Die Bürsten werden blasig, unförmig die Borsten fallen aus und der Bürstenkopf rollt sich zusammen. Hinzu kommt noch, daß die Borsten schwarz und unansehnlich werden und damit einen Ekel vor dem Gebrauch der Zahnbürste hervorrufen.

Gottlieb empfiehlt das Einpökeln der Bürsten mit Kochsalz. Viefhaus zeigte aber in seiner Arbeit, daß dieser Methode eine desinfektorische Kraft kaum zukommt. Weiterhin wird der Trockenprozeß verzögert und die Borsten bleiben unter der sich bildenden Salzschicht weich.

Von Juncke wird Alkohol zur Desinfektion in Vorschlag gebracht. Diesem haftet aber der Nachteil an, daß die Borsten schneller erlahmen und die Zelluloidgriffe der Bürsten weich und biegsam werden, eine Beobachtung, von der ich mich ebenfalls überzeugen konnte.

Da Jod ein gutes Desinfektionsmittel darstellt, wurde dieses von Neisser zur Zahnbürstendesinfektion vorgeschlagen. Vogel erzielte hiermit gute Ergebnisse. Ein Nachteil des Gebrauchs von Jod liegt aber darin, daß bei manchen Personen nach der Benutzung der mit

Jod desinfizierten Zahnbürsten Herzbeschwerden auftraten. Auch werden die Bürsten durch das Jod braun und unansehnlich.

Viefhaus untersuchte weiter Clorina (Chloramin-Heyden), welches aber für die Zahnbürstendesinfektion keine Bedeutung hat, weil es wegen seines Geschmackes nur in geringer Konzentration angewendet werden darf und dann nicht genügend bakterizid wirkt.

Wesentlich bessere Erfahrungen machte Viefhaus mit Carvasept. Er stellte fest, daß die wässrige Carvasept-Lösung 1:200 die Zahnbürste nach 10 Minuten sicher keimfrei macht. Zur praktischen Anwendung empfiehlt er, die Bürste nach Gebrauch in der genannten Flüssigkeit umzuspülen und dann zum Trocknen aufzustellen. Auch Rath empfiehlt zur Herstellung von Mundwässern Carvasept, weil es nach seinen Mundspülversuchen eine starke bakterizide Wirkung auf Mundbaktieren hat. Vogel bestätigt die hohe keimtötende Kraft des Mittels, beanstandet aber, daß Carvasept 1:200 ein Brennen auf der Zunge verursache und die Schleimhäute angreife. Es muß zugegeben werden, daß der Geschmack des 1:200 verdünnten Carvasepts empfindlichen Personen unangenehm ist und daß deshalb eine allgemeine Einführung dieses an und für sich gut wirkenden Mittels zur Zahnbürstendesinfektion erschwert ist.

Aus diesen wenigen Angaben ist ersichtlich, daß nicht jedes Desinfektionsmittel zur Zahnbürstendesinfektion benutzt werden kann. An ein Mittel, das zur Desinfektion der Zahnbürsten herangezogen wird, sind folgende Forderungen zu stellen:

1. Starke Desinfektionskraft.
2. Löslichkeit in Wasser.
3. Unschädlichkeit für den Organismus.
4. Unschädlichkeit für die Zahnbürste.
5. Indifferenter Geschmack und Geruch.
6. Der Trocknungsprozeß muß mindestens der gleiche wie bei der Abspülung mit Wasser sein.
7. Billigkeit des Desinfektionsmittels.
8. Die Anwendung des Desinfektionsmittels muß leicht und darf nicht zeitraubend sein.

Bei der Auswahl geeigneter Desinfektionsmittel berücksichtigte ich zunächst mehrere handelsübliche Mundwässer, von dem Gesichtspunkt ausgehend, daß sich das Publikum leichter an ein Zahnbürstendesinfektionsmittel gewöhnen würde, welches gleichzeitig zur Zahn- und Mundpflege benutzt werden kann. Ich erhoffte durch die Möglichkeit der Verwendung von Mundwässern eine schnellere Verbreitung dieses Verfahrens. Die Mundwässer gelangten in meinen Versuchen in verdünntem Zustand zur Prüfung ihrer Desinfektionskraft. Die Verdünnung erfolgte 1. aus dem Grunde der Preiswürdigkeit, 2. weil der Alkoholgehalt konzentrierter Mundwässer schädigend auf die Zelluloidgriffe der Bürsten einwirkt. Zur Untersuchung gelangten zunächst folgende Mundwässer, die mir die Fabrikanten freundlicherweise zur Verfügung stellten: Gingivan, Odol, Biox, Chlorodont, Nivea, Menta, Odonta, Igemo. Da jedoch von vornherein zu erwarten war, daß alle diese Präparate keine starke Desinfektionswirkung zu entfalten imstande sein würden, suchte ich gleichzeitig ein anerkanntes Desinfektionsmittel ausfindig zu machen, dem der von Vogel beanstandete Mangel des Carvasepts — nämlich der unangemehme Geschmack — nicht anhaftet.

Wesentlich geeigneter für eine Zahnbürstendesinfektion erschien Hexylresorcin. Dieses ist „wegen seiner völligen Geruch- und Geschmacklosigkeit angenehmer und wegen seiner guten Löslichkeit bequemer als Carvasept“ (Rath). Die feinen, weißen, seifenflockenartigen Schuppen sind in Wasser in Verdünnungen bis 1:200 gut löslich. In hohen Konzentrationen resultiert eine Emulsion, die sich allmählich zu Boden senkt. Die Geschmacksprüfung ergab in hohen Konzentrationen bis etwa 1:250 ein Brennen der Zunge, das sich aber durch Zusatz von Sacharin, Pfefferminzöl und Menthol korrigieren läßt.

Chemisch ist Hexylresorcin eine Verbindung des Resorcins mit der Alkyl-Gruppe C_6H_{13}, die an Stelle eines H-Atoms des Resorcins

gesetzt ist (Rath). Über seine Giftigkeit berichtet Broom: Für Ratten und Mäuse sei es wenig toxisch. Es zeigten sich bei seinen Versuchen keine kumulativen Eigenschaften, dagegen schnelle Resorption im Magen-Darm-Kanal und schnelle Ausscheidung. Coleman berichtet über die guten keimtötenden Eigenschaften des Hexylresorcins gegenüber Tetanusbazillen und Tetanussporen. Letztere wurden zwar nicht vollkommen abgetötet bei seinen Untersuchungen, immerhin sei Hecylresorcin so bakterizid, daß nur wenige Sporen auskeimten. Houben und Wollenweber hatten gute Desinfektionserfolge mit Hexylresorcin gegen sehr widerstandsfähige Pflanzenparasiten wie Nectria galligena, den Erreger des Obstbaumkrebses und Graphium ulmi. Leonhard bezeichnet Hexylresorcin als das mächtigste Phenoldesinfiziens. Sein Phenolkoeffizient sei 46 bis 56. Er hebt hervor, daß es nicht reizend und nicht giftig sei, im Körper chemisch beständig und von der Niere nicht zurückgehalten werde. Heckenbach und Jacoby berichten ferner über die gute Brauchbarkeit des Hexylresorcins als Desinfiziens der Harnwege. Sie bestätigen Gewebsfreundlichkeit, Reizlosigkeit und starke Desinfektionskraft.

Außer der guten keimtötenden Wirkung des Hexylresorcins wird es als Anthelminticum lobend erwähnt: Maplestone und Mukerji erzielten Heilung von Ascariasis-Fällen zu 66%, Reduktion der Eierproduktion in 94% der Gesamtfälle.

Versuchsanordnung.

Zunächst prüfte ich die desinfektorische Kraft der einzelnen Mittel im Suspensionsversuch. Als Testobjekte benutzte ich Bacterium Coli, Staphylococcus pyogenes aureus haemolyticus, Streptococcus pyogenes haemolyticus und Bacillus subtilis. Die Einwirkungszeiten der Desinfektionsmittels betrugen 1 Minute bis 6 Stunden. Eine längere Zeit kommt bei dreimaligem Zähneputzen täglich nicht in Betracht. Das Hexylresorcin wurde in den Konzentrationen von 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200 und 1 : 500 geprüft. Die Mundwässer verdünnte ich nur in dem Verhältnis von 1 : 50 und 1 : 100. Steriliſiertes Wasser diente mir als Verdünnungsmedium.

Die Abschwemmung der Bakterien von den festen Nährböden nahm ich mit steriler physiologischer Kochsalzlösung vor, ebenso die weiteren Verdünnungen.

Entsprechend der Forderung, daß die Anzahl der benutzten Mikroben annähernd gleich sein soll, bestimmte ich die Keimzahl pro ccm der Bakterienaufschwemmung mittels des Zentrifugierverfahrens nach Schmidt. Die Verdünnung der Keimaufschwemmung nahm ich so vor,

daß in 0,5 ccm Aufschwemmung 1 Milliarde Keime enthalten war. Zu je 10 ccm Desinfektionsflüssigkeit fügte ich 0,5 ccm Bakterienaufschwemmung. Zur Kontrolle wurde dieselbe Aufschwemmung in ein Röhrchen mit Aqua dest. ohne Desinfektionsmittel gegeben.

Nach einer Einwirkungszeit von 1, 2, 5, 15, 30, 60 Minuten, 2, 3, 6 Stunden wurden je 3 Ösen entnommen und in ein Nährbouillonröhrchen übertragen. Um die Bakterien möglichst vollständig von der Einwirkung des desinfizierenden Mittels zu befreien, nahm ich nach gründlichem Durchschwenken des beimpften Röhrchens eine Übertragung von 6 Ösen in ein neues Röhrchen mit derselben Nährlösung vor.

Die Abtötungszeit der verschiedenen Verdünnungen wurde nach 60 stündiger Bebrütung bei 37° C durch Trübung bezw. Klarbleiben der Röhrchen bestimmt.

Tabelle 1

Keimart	Hexyl-Resorcin	Wachstum nach Minuten 1	2	5	15	30	60	Stdn. 2	3	6
Bacterium Coli.	1:50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1:100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1:200	+	+	—	—	—	—	—	—	—
	1:500	+	+	+	+	—	—	—	—	—
Staphylococcus pyogenes aureus.	1:50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1:100	+	+	—	—	—	—	—	—	—
	1:200	+	+	+	—	—	—	—	—	—
	1:500	+	+	+	+	+	—	—	—	—
Streptococcus pyogenes haemolyticus.	1:50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1:100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1:200	+	+	—	—	—	—	—	—	—
	1:500	+	+	+	+	+	—	—	—	—

Meine Untersuchungen ergaben eine sehr geringe desinfektorische Kraft der Mundwässer. Damit scheiden sie als Mittel zur Desinfektion der Zahnbürsten aus.

Hexylresorcin dagegen tötet in einer Verdünnung von 1:200 Staphylococcus pyogenes aureus haemolyticus nach

15 Minuten, Bacterium Coli und Streptococcus pyogenes haemolyticus nach 5 Minuten ab. (siehe Tabelle 1.) Die Ergebnisse, die Rath mit Hexylresorcin erzielte, liegen günstiger. Doch können die Resultate nicht miteinander verglichen werden, da Rath nicht mit einer bestimmten Keimzahl arbeitete und seine Aufschwemmung sicherlich nicht einen derart hohen Keimgehalt aufwies, wie in meinen Versuchen.

Rath teilt in seiner Arbeit mit, daß die alkoholische Hexylresorcin-Lösung zur Vernichtung sporenhaltiger Bakterien besser geeignet sei, als die wässrige. Ich prüfte daher das Hexylresorcin sowohl in wässriger als auch in alkoholischer Lösung auf seine sporenvernichtende Kraft gegenüber Bacillus subtilis. Eine einmalige Desinfektion mit der alkoholischen Lösung schädigt weder Borsten noch Zelluloidgriffe. Es steht also der Anwendung nach Abschluß des Fabrikationsganges nichts im Wege. Um auch bei diesen Versuchen eine möglichst gleiche Keimzahl anwenden zu können, bereitete ich mir den Impfstoff (Sporen des Bacillus subtilis), indem ich 3 Ösen Keimmaterial einer älteren Agarkultur in 3 ccm physiologischer Kochsalzfein verteilte. Von dieser Suspension wurde zu je 10 ccm Desinfektionsflüssigkeit 0,5 ccm Bakterienaufschwemmung

Tabelle 2

Bacillus subtilis in Hexylresorcin.

	wässrige Lösung					alkoholische Lösung				
	1:25	1:50	1:100	1:200	1:500	1:25	1:50	1:100	1:200	1:500
15 Min.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30 Min.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1 Std.	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+
2 Stdn.	—	+	+	+	+	—	—	+	+	+
3 Stdn.	—	+	+	+	+	—	—	+	+	+
6 Stdn.	—	—	+	+	+	—	—	+	+	+
12 Stdn.	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+
24 Stdn.	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+

hinzugefügt. Die Röhrchen wurden der Zimmertemperatur ausgesetzt und nach den Zeiten 15 Minuten, 30 Minuten, 1 Stunde, 2, 3, 6, 12, 24 Stunden wurden je 3 Ösen jeder keimhaltigen Desinfektionsflüssigkeit in Bouillonröhrchen übertragen.

Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, zeigt die alkoholische Lösung eine etwas stärkere desinfektorische Kraft. Eine Verdünnung von 1:50 vernichtet Sporen nach einer Einwirkungszeit von 2 Stunden, eine Verdünnung von 1:100 nach 12 Stunden. Somit stellt das Hexylresorcin ein wirksames Mittel zur Vernichtung sporenhaltiger Bakterien dar.

2. Versuche mit infizierten Zahnbürsten.

Nachdem ich so im Suspensionsversuche die bakterienfeindliche Kraft der Mundwässer und des Hexylresorcins geprüft hatte, wandte ich es zur Desinfektion von vorher künstlich infizierten Zahnbürsten an. Unter diesen erschwerten Versuchsbedingungen war mit einem ungünstigeren Ergebnis zu rechnen.

In allen Versuchen arbeitete ich mit derselben Keimzahl wie im Reagensglasversuch, nämlich mit 1 Millarde Keimen in ½ ccm Aufschwemmung für Bacterium Coli, Staphylokokken und Streptokokken, während ich mir von den Heubazillen eine Suspension herstellte, die pro 1 ccm Aufschwemmung 1 Öse Keimmaterial enthielt. Als Testmaterial kamen Bacterium Coli, Staphyloccocus pyogens aureus haemolyticus, Streptococus pyogenes heamolyticus und Bacillus subtilis zur Anwendung. Die vorher sterilisierten Zahnbürsten schwenkte ich 1 Minute lang in der unverdünnten Baktiersuspension und preßte sie bei rotierenden Bewegungen fest gegen die Innenwandung der Glasröhrchen. Danach wurden die Bürsten in sterilem Wasser umgeschwenkt und das darauf lose anhaftende Wasser abgeschleudert. Dieser Vorgang entspricht etwa dem beim Zähneputzen. Das Hexylresorcin wurde in den wässrigen Lösungen 1:50, 1:100, 1:200, 1:500 benutzt. Zur Vernichtung der Sporen wandte ich die alkoholische Lösung in der Konzentration von 1:25, 1:50, 1:100, 1:200 an. Die

Einwirkungszeiten des Hexylresorcins auf die infizierten Zahnbürsten betrugen bei den vegetativen Formen 1, 5, 15, 30 Minuten, 1 Stunde, 2, 3, 6 Stunden; bei Bacillus subtilis dehnte ich die Zeit auf 48 Stunden aus.

Tabelle 3

Bacterium Coli.

	1:50	1:100	1:200	1:500
1 Min.	+	+	+	+
5 Min.	—	+	+	+
15 Min.	—	—	+	+
30 Min.	—	—	—	+
1 Std.	—	—	—	+
2 Stdn.	—	—	—	—
6 Stdn.	—	—	—	—

Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, vernichtet Hexylresorcin in einer wässrigen Lösung von 1:200 Bacterium Coli nach 30 Minuten.

Tabelle 4

Staphylococcus pyogenes aureus.

	1:50	1:100	1:200	1:500
1 Min.	+	+	+	+
5 Min.	+	+	+	+
15 Min.	—	+	+	+
30 Min.	—	—	+	+
1 Std.	—	—	+	+
2 Stdn.	—	—	—	+
6 Stdn.	—	—	—	—

Tabelle 4 zeigt, daß Staphylokokken dem Desinfektionsmittel eine größere Widerstandskraft entgegensetzen. Die Verdünnung von 1:200 benötigt 2 Stunden Einwirkungszeit bis zur vollständigen Vernichtung dieser Bakterienart.

Die Prüfung des Hexylresorcins gegenüber Streptococcus pyogenes haemolyticus zeitigte fast die gleichen Er-

gebnisse wie bei Bacterium Coli. Eine wässrige Lösung von 1:200 tötete die Streptokokken nach einer Einwirkungszeit von 30 Minuten ab.

Tabelle 5

Bacillus subtilis.

	1:25	1:50	1:100	1:200
30 Min.	+	+	+	+
1 Std.	+	+	+	+
3 Stdn.	+	+	+	+
6 Stdn.	—	+	+	+
12 Stdn.	—	+	+	+
24 Stdn.	—	—	+	+
48 Stdn.	—	—	+	+

Die Tabelle 5 zeigt, daß eine alkoholische Lösung von Hexylresorcin in der Verdünnung 1:25 Sporen innerhalb 6 Stunden vernichtet, eine Verdünnung 1:50 dagegen erst bei einer Einwirkungszeit von 24 Stunden.

Aus diesen Keimträgerversuchen geht hervor, daß zur Abtötung der an den Zahnbürsten haftenden vegetativen Bakterienformen eine 2 stündige Einwirkungszeit des 1:200 verdünnten Hexylresorcins notwendig ist. Zur Vernichtung der Dauerformen ist eine alkoholische Lösung in der Verdünnung 1:25 und eine Einwirkungszeit von 6 Stunden erforderlich.

Diese von mir in den Keimträgerversuchen ermittelten Abtötungszeiten sind aber zu lange, als daß sie für die Praxis in Betracht kämen. Wie ich schon oben betonte, ist die Einfachheit der Zahnbürstendesinfektion eine der obersten Forderungen. Als das geeignetste Verfahren erschien mir daher folgendes: Die trockene Zahnbürste wird vor dem Gebrauch in eine Hexylresorcin-Lösung von der Verdünnnung 1:500 getaucht.

Hierdurch wird erreicht, daß die Spalten und Gänge zwischen den Borsten mit der Desinfektionslösung ausgefüllt sind, bevor der Speichel in sie eindringen kann. Anschließend werden die Zähne wie üblich geputzt, die Bürste in Wasser gründlich gereinigt, wieder in die Desinfektionslösung eingetaucht und nun zum Trocknen umgekehrt in ein Wasserglas gestellt. Aus meinen Versuchen geht hervor, daß die Borsten nach 4 Stunden langem Aufenthalt bei Zimmertemperatur getrocknet sind. In dieser Zeit kann das Hexylresorcin seine keimtötende Kraft vollkommen entfalten.

3. Versuche am Menschen.

Zur Durchführung dieser Versuche stellte sich in dankenswerter Weise das Personal des Staatl. Medizinaluntersuchungsamtes mir zur Verfügung. Ich war so in der Lage, die Versuchsbedingungen genau zu überwachen:

Tabelle 6.

Eintritt der Sterilität benutzter, mit Hexylresorcin behandelter Zahnbürsten.

Keimwachstum nach	Versuchspersonen Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
30 Min.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1 Std.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Stdn.	+	+	+	+	+	+	+	—	—
3 Stdn.	+	+	+	—	—	—	—	—	—
4 Stdn.	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Sterile Zahnbürsten wurden 5 Sekunden in wässrige Hexylresorcin-Lösung 1 : 500 getaucht und den Versuchspersonen mit der Anweisung übergeben, sich die Zähne wie üblich zu putzen. Die Zeit des Zähneputzens betrug wenigstens 1 Minute. Danach schwenkte ich die Zahnbürsten etwa 15 Sekunden lang in der gleichen Desinfektions-

lösung um und stellte sie zum Trocknen auf. Nach einer Einwirkungszeit von 30 Minuten, 1 Stunde, 2, 3, 4, 6, Stunden brachte ich die so behandelten Zahnbürsten in eine Nährbouillon und bebrütete diese über 48 Stunden bei 37° C.

Wie aus der Tabelle 6 hervorgeht, sind bei einer Trocknungszeit von 4 Stunden alle vegetativen Formen an den Borsten der Zahnbürste vernichtet.

Alle Versuchspersonen bestätigten mir, daß das Hexylresorcin in einer Verdünnug von 1:500 mit Zusatz von Sacharin und Menthol keinen unangenehmen Geschmack besitzt. Weiterhin wurde das Verfahren als nicht zeitraubend und nicht lästig dargestellt.

Besprechung der Ergebnisse.

Aus meinen Keimträgerversuchen geht hervor, daß zur Vernichtung der Bakteriendauerformen eine 1:25 verdünnte alkoholische Lösung des Hexylresorcins bei einer Einwirkungszeit von 6 Stunden erforderlich ist. Die Zahnbürstenfabrikanten sind daher anzuhalten, die Bürsten vor dem Versand 6 Stunden lang in einer solchen Lösung zu belassen, sie dann zu trocknen und unter aseptischen Maßnahmen derart zu verpacken, daß irgendwelche Verunreinigungsmöglichkeiten bis zur Aushändigung an den Käufer ausgeschlossen sind. Dieser muß auf die Gefahr der Zahnbürsteninfektion hingewiesen und angehalten werden, nur verpackte Bürsten zu kaufen.

Im Gebrauch empfiehlt es sich, die Zahnbürste sowohl vor als auch nach dem Zähneputzen in eine 1:500 verdünnte Hexylresorcin-Lösung kurz einzutauchen. Zur Vermeidung einer Verstaubung und einer Berührung der Zahnbürste durch Insekten erscheint es zweckmäßig, zu ihrer Aufbewahrung zylindrische Gefäße aus Galalith oder Papier zu benutzen, die durchlöchert sind. So erreichen wir, daß

die Zahnbürste bei jedem Gebrauch praktisch keimfrei ist und nicht „das Universallabyrint für Schmutz und Schmiere“ (Schleich).

Zusammenfassung.

1. Die Notwendigkeit der Zahnbürstendesinfektion wird erörtert. Sowohl die neuen als auch die gebrauchten Bürsten sind stark mit Keimen verunreinigt und stellen somit eine Gefahr für die Gesundheit des Benutzers dar.

2. Die Untersuchung von 27 Zahnbürsten ergab, daß keine derselben steril war. Mehrere wiesen pathogene Keime auf.

3. Die handelsüblichen Mundwässer besitzen keine ausreichende Desinfektionskraft, um Zahnbürsten von den ihnen anhaftenden Keimen zu befreien.

4. Dagegen ist das in seinem Geschmack nach Zusatz von Menthol, Pfefferminzöl und Sacharin indifferente Hexylresorcin in einer Verdünnung von 1 : 500 geeignet, die an den Zahnbürsten haftenden vegetativen Bakterienformen zu vernichten. Eine 1 : 25 verdünnte alkoholische Hexylresorcin-Lösung verhindert bei 6 stündiger Einwirkung auch das Auskeimen der Sporen.

5. Auf Grund meiner Versuche kann ich das Hexylresorcin als Zahnbürstendesinfektionsmittel empfehlen. Und zwar wird der Hersteller vor der erforderlichen keimdichten Verpackung die Bürsten zweckmäßigerweise 6 bis 8 Stunden lang in einer alkoholischen Hexylresorcin-Lösung 1 : 25 belassen. Im täglichen Gebrauch genügt es zur ständigen Keimfreihaltung, wenn derart sterilisierte Bürsten, die in luftdurchlässigen Behältern aufzubewahren sind, vor und nach dem Zähneputzen kurz in eine wässrige Hexylresorcin-Lösung 1 : 500 eingetaucht werden.

Schrifttum.

1. **Broom:** Brit. J. exper. Pathol. 12, 327—331 (1931).
2. **Coleman:** J. inf. Dis. 47, 399—409 (1930). (ref. Zbl. Bakter. I Ref. Bd. 101 S. 465 (1931).
3. **Culverwell** und **Forbes:** Lancet 4. Auguſt 1923 (ref. Dtſche. Mſchrft. f. Zahnhkde. 1925 S. 97).
4. **Eilertſen:** Odontologie Jg. 47 Nr. 12 (ref. Zahnärztl. Rundſchau 1928 Nr. 29).
5. **Funcke:** Dtſche. Mſchrft. f. Zahnkde. 1913 S. 754—759.
6. **Gottlieb:** Schmutzpyorrhoe. Verlag Meuſſner Berlin 1925.
7. **Heckenbach** und **Jacoby:** Kli. Wo. 1929 Nr. 13 S. 622.
8. **Houben** und **Wollenweber:** Biochem. Ztſchr. 1929 Bd. 204 S. 448.
9. **Leonhard** und **Feirer:** Surgery, Gynecology and Obſtetrics. Chicago 1927 Bd. 45 (ref. J. Amer. Med. Aſſ. Bd. 89 Nr. 23 (1927).
10. **Mapleſtone** und **Mukerji:** Ind. med. Gaz. 67, 610 (1932) (ref. Zbl. Bakter. I Abt. Bd. 110 S. 248 (1933).
11. **Miller:** Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig 1892.
12. **Miſch:** Zahnärztliche ſoziale Hygiene. Fortſchr. d. Zahnhkde. Bd. 3 Tl. I S. 492—538 (1927) Fortſchr. d. Zahnhkde. Bd. 4 Tl. I S. 552—553 (1928) Fortſchr. d. Zahnhkde. Bd. 5 Tl. I S. 531—532 (1929).
13. **Neiſſer:** Dtſche. Zahnärztl. Wſchr. 1924 S. 75.
14. **Rath:** Über Carvaſept und Hexylreſorcin — zwei neue Desinfektionsmittel. Diſſ. Münſter i. W.
15. **Sichler:** 5 Millionen Schulkinder beſitzen keine eigene Zahnbürſte. Verlag Haertener, Schwarzenberg/Sa. 1934.
16. **Smale** und **Carmalt Jones:** (ref. Berl. Kli. Wo. 1911 S. 1736.)
17. **Theſée** und **Nuits:** Revue de Stomatol. 1923 Jg. 25 Heft 4 (ref. Dtſche. Zahnärztl. Wſchr. Nr. 19 S. 288 (1923).
18. **Vieſhaus:** Arch. f. Hyg. Bd. 107 S. 155—176 (1932).
19. **Vogel:** Schweiz. Mſchr. f. Zahnhkde. Bd. 42 S. 1033 (1932).
20. **Winternitz:** Berl. Kli. Wo. 1900 S. 186.

Zum Schluß meiner Arbeit spreche ich Herrn Professor Dr. Pfannenstiel für die Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen, sowie für die wertvolle Mitarbeit und sein großes Interesse, das er der Arbeit bis zuletzt zuwandte, meinen aufrichtigen Dank aus.

Lebenslauf.

Ich, Hermann Heimerich wurde am 16. Mai 1909 als Sohn des Pfarrers Heinrich Heimerich und seiner Ehefrau Emilie, geb. Berkenbusch, in Ehrsten, Bez. Kassel geboren. Ich besuchte 4 Jahre die Volksschule meines Heimatortes, 2 Jahre unterrichtete mich mein Vater. Nach 9jährigem Besuch des Realgymnasiums II in Kassel bestand ich dort die Reifeprüfung am 5. März 1930. Ich widmete mich dann dem Studium der Zahnheilkunde, dem ich in München und Marburg je 4 Semester lang oblag. Nach 3 Semestern bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung, nach dem 7. das zahnärztliche Staatsexamen mit „gut".

Meine akademischen Lehrer waren:

in München: während der vorklinischen Semester:

Falck, Frank, Hahn, Hauenstein, von Lanz, Marcus, Mollier, Reichenbach, Wieland-Schwab;

während des 1. klinischen Semesters:

Borst, Bürkle de la Camp, Faber, Hauenstein, Kranz, Müller, Schmidt, Wasmuth, von Zumbusch.

in Marburg: während der klinischen Semester:

Arndt †, Baars, Baur, Boeminghaus, Eimer, Fliege, Kunzendorf, Pfannenstiel, von Reckow, Schubert, Seidel †, Versé.